



TITLE:

脊柱損傷の研究 (I)

AUTHOR(S):

服部, 奨

CITATION:

服部, 奨. 脊柱損傷の研究 (I). 日本外科宝函 1953, 22(2): 91-104

ISSUE DATE:

1953-03-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/205982>

RIGHT:

脊 柱 損 傷 の 研 究 (I)

京都大学医学部整形外科教室 (主任 近藤鋭次教授)

大学院特别研究生 医学士 服 部 奨

(原稿受付 昭和28年1月7日)

Experimental Studies on the Destruction of the Spine

from the Orthopedic Division Kyoto University Medical School

(Director : Prof. Dr. EISHI KONDO)

by

SUSUMU HATTORI

Breaking Tests by Compression of Vertebral Column.

I made breaking tests systematically upon fresh vertebral bodies obtained from ten cadavers, using MATSUMURA's Apparatus, which is almost similar to AMSLER's Apparatus, and NAGURA's "G. C. Modelling Compound Medium" as helping material, which fixes the vertebral bodies at the time of compression.

The results are as follows :

(1) The breaking weight of a vertebral body shows great difference, even in the corresponding part of each vertebral column. For example, the maximal value of the fifth lumbar vertebra is 780 kg in one case, and 500 kg in another case. This difference is 280 kg.

(2) The breaking weight of a vertebral body by compression is least in the cervical part and greatest in the lumbar part. It becomes gradually greater in proportion to the height of the vertebra in the spinal column. The smallest value recorded is 100 kg in the third and fourth cervical vertebrae, and the greatest is 780 kg in the fifth lumbar vertebra.

(3) On the contrary the breaking weight per unit area in the transection of the vertebral body is greatest in the upper part of the cervical vertebrae and tends to decrease gradually in proportion to the height of the part in vertebral column.

(4) The breaking weight of vertebral bodies without intervertebral discs is greater than that of vertebral bodies connected by intervertebral discs, and there is no marked difference between two connected vertebral bodies and three connected ones. I have discussed the reasons for this.

(5) The breaking weight of intervertebral discs is much greater than that of vertebral bodies. For example, its numerical value may be greater than 1,000 kg in the lower part of the spinal column, but I could not measure the value accurately.

(6) I examined the influences of maximum or minimum speed at the time of giving compression on the vertebral bodies by using MATSUMURA's Apparatus upon the breaking weight as well as the state of destruction of vertebrae, but I could not find any marked difference between the two procedures.

(7) When vertebral bodies without intervertebral discs are compressed, destruction can be found in the upper part of the vertebral body. And when vertebral bodies connected by intervertebral discs are compressed, the discs bulge outward without any apparent destruction, while the vertebral bodies are evidently injured. In the course of compression, the posterior surface of the intervertebral disc creases and its anterior surface swells at the part of the spine column where anterior heights of the discs are greater than posterior

one. The anteroposterior curvature of the spine, anatomical structure of annulus fibrosus, movement and weight bearing are four important factors to explain this fact. Meanwhile it may justify to a certain extent the theories about the causes of intervertebral herniations and also explain the significance of the clinically observed locations of herniations of the intervertebral discs.

(8) When three connected vertebral bodies are compressed, the destruction can not be found most frequently at the intermediate vertebral body. I have discussed here the reason for this.

(9) The fracture lines caused by compression of vertebrae are mostly seen in the upper part of the body. But in the breaking tests of a single vertebra fracture lines can not be found on the superior or inferior surface of the vertebral body, and in the tests on vertebrae connected by intervertebral discs they can be observed very often in the central part of the superior or inferior surface of each vertebral body. The fracture lines are transverse, sagittal, radial, etc.

(10) In the breaking tests by compression, apparent destruction of vertebral discs can not be found in most cases, but in the cross-sections of the intervertebral discs after the tests I found only 8 disc-injuries from 51 cases (15.7%) besides secondary lesions caused by fracture of the vertebral bodies. Summarization of the states of these disc-injuries are as follows:

- 1) Annulus fibrosus is more damageable than nucleus pulposus.
- 2) Longitudinal ligaments did not suffer any injury.
- 3) Annulus fibrosus tends to separate from vertebral bodies in the anterior and posterior part, and to be ruptured in the posterior part of the discs.

緒 言

脊椎々体の重量負担力に就ては諸家により既に実験が試みられて居る。即ち1937年 P. Von Puky氏は椎体並びに椎間軟骨の抵抗力に關して、極めて簡單なる実験結果を報告して居り、1935年有賀文夫氏は始めて日本人椎体の圧縮実験を行つている。1939年名倉順三氏は実験方法、並びに圧縮によつて起る椎体の破壊状態、レ線像等に就て報告し、1942年青池勇雄氏は特に老人椎体の圧縮破壊実験を行つている。しかし日本人椎間軟骨に就てのこの種の研究は未だ発表されていないようである。更に脊柱に対する体外力の中で重要な要素を構成している「振り」に対して椎体及び椎間軟骨が如何なる抵抗力を有するかに就ては、未だ内外文献にもその報告を見ない。こゝに於て私は恩師近藤教授の命により新鮮死体標本(16体)に就て各椎体及び椎間軟骨の重量負担力(圧縮)及体外力性抵抗力(振り)を系統的に実験研究した。以下其の成績を報告し度いと思う。

第一編 壓縮實驗

第一章 實驗方法 1. 實驗材料

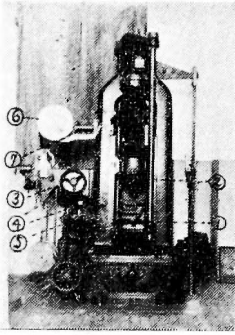
新鮮死体10体から脊柱だけを取り出し、合計205個の椎体及び109個の椎間軟骨を材料として、死後遅くとも5日以内(冬期)に実験を行つた。頸椎の載域と枢軸は所謂椎体部の限界が不明瞭であるから、總ての実験から除外し、第3頸椎より第5腰椎までの22椎体骨及び椎間軟骨に就て実験した。材料実験学的に觀察すれば各椎体は凡て、その形態構造を異にしているから、一般材料実験の場合の如く、一定の形態と構造を求めて圧縮実験することは出来ない。従つて各椎体及椎間軟骨は夫々独立した一単位と看做さねばならない。

2. 壓縮試験機及び補助材料

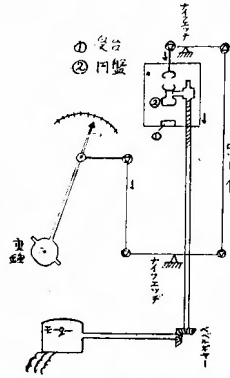
1) 壓縮試験機は松材式万能試験機を使用した。其の構造は第1図及び第2図に示す如くである。

使用法

- (i) 受台①に被検体をおき、その上に鋼鉄製円筒をのせる。
- (ii) スキツチを入れ変速装置③によりモーターの速度を加減し更にレバー④を押すと急に円盤②が下降し被検体の上に乗つてゐる円筒と円盤とを接觸



第 1 図



第 2 図

せしめることが出来る。

(iii) 徐々に荷重を開始するには、変速装置③を調節した後、低速度荷重の時は⑥を押し、急速荷重の時は④を押し。①に加った荷重量はナイフエッジによって目盛盤⑥に取付けられた針の動きによって読み取れる。又同時に生じた歪は自記装置⑦により記録される。

(iv) 圧縮破壊荷重量に達すると目盛盤の針は逆戻りする。

(v) 実験が済むとレバー④を手前に引くと②は上昇する。

松村式万能試験機にて圧縮破壊荷重量を測定するには、被検体は上下圧縮面が平行且つ平面でなければならない。然るに椎体の上下面は平行でも平面でもない。従つて椎体の上面及び下面に補助材料を応用して圧縮面が平行且つ平面である様に工夫しなければならない。

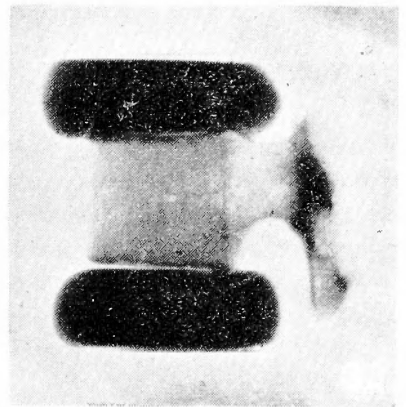
2) 補助材料としては名倉順三氏の G. C. Modelling Compound Medium 法 (以下 M. C. M. の略字を以て表わす) を応用した。この M. C. M. は熱湯で軟化し容易に任意の形態を保たせて硬化させることが出来る。従つて椎体の凹凸した面にもよく密着させることが出来る。一旦硬化した M. C. M. は非常に硬く圧縮荷重に対して抵抗力強く椎体の荷重量より遙かに大である。

M. C. M. を椎体に装着するには次の方法に従つた。M. C. M. を約 62°C ~ 63°C の熱湯の中に入れ軟化させ、適度の量を手掌と指先とで捏ね乍ら軟化を均一にし、空気、水分が混入せざる様手早く椎体の面と略々等しい大きさの横断面を有する厚さ 2cm 位の円盤を作り、これを平面硝子板におき、軽く圧し直ちに M. C. M. 円盤の上に椎体をのせ、椎体の軸方向をなるべく垂直

にし硬化するまで (2~3 分) 暫く指先で保持し、そのまゝ約 10 分間放置して、M. C. M. が更に硬化するのを待つ。かようにして椎体の一面に M. C. M. を取りつける事が出来る。同様の方法により他面にも M. C. M. を装着する。この時水準器を始めに硬化した M. C. M. の上に置いて上下面が平行になる様に作る。かくして椎体の上下面に密着した M. C. M. の圧縮面が平面且つ平行であるものが得られる。これを更に 10 時間以上放置して充分硬化した後、椎体の上下面を被覆している余分の M. C. M. を削り除いて仕上げする。M. C. M. を軟化せしめる際長く熱湯につけて置かないこと。又仕上げに際しては M. C. M. が椎体の上下面よりはみ出し、例えば肋骨窩面や椎弓根にかゝらない様に注意した。

(第 3 図の中央及第 4 図参照)

第 3 図



第 4 図

3. 実験に対する規約

材料実験学上圧縮実験では被検体の高さ L と横断面積 A との間に $\sqrt{A} > L$ なる関係が成立するように材料を作る必要があつて、 L が大であると圧縮中に彎曲してくる。各椎体の性質形状を異にし、その構造は複雑である。更に弾性を有する椎間軟骨で連絡されている

連続椎体は実験材料として益々複雑なものとなる。従つて各椎体は夫々実験上の独立した一単位と見做さねはならぬ。従つて各椎体に就て肉眼的及びレ線学的に観察した。圧縮材料の椎体の性状として高さで横断面積を測定する必要がある。椎体の高さは測定する部位により異なる。従つて前面、後面、右側面、左側面の平均値を以て本実験に於ける高さで規定した。椎体の横断面積も測定する高さによつて異なり、圧縮面となる上面と下面とは、ともに面積と形状を異にする。従つて、上面と下面とを紙上に形取り、これをプランメーターを用いて測定し、両者の平均値を以て椎体の横断面積と規定した。椎体の位置は椎体の上面、下面が生体に於けると同一にある場合を正位、逆の状態にある場合を倒位とし、正位と倒位とでは破壊状態に差異があるか否かを見た。破壊時間は荷重をかけ始めてから荷重量指示針が逆転し始めるまでの時間である。松村式試験機を用いて荷重を加えて椎体に破壊が起ると荷重量指示針は直ちに逆回転する。此の時の荷重量即ち最大荷重量を圧縮破壊荷重量とした。圧縮破壊荷重量/横断面積を便宜上単位面積圧縮破壊荷重量とした。

第二章 実験成績

荷重量測定値：脊柱10体を材料として次の7種の実験を行つた、即ち

1. 椎間軟骨を剥離した単一椎体の場合。
2. 1椎間軟骨で連結している2個連続椎体。
3. 2椎間軟骨で連結している3個連続椎体。
4. 3個連続椎体の両端の椎体を平面且つ平行に横断しM.C.M.を使用しない場合。
5. 2個連続椎体の両端の椎体を平面且つ平行に横断し、M.C.M.を使用しない場合。
6. 3個連続椎体の両端の椎体から海綿質を除き軟骨板のみとしM.C.M.を使用した場合。
7. 1椎間軟骨と隣接椎体の軟骨板のみのもの。

尚2個乃至3個連続椎体に就ては荷重速度の増減によつて、荷重量なり、破壊状態が如何に変化するかを検討した。実験測定の数値と共に各椎体の性状を明白にする必要がある。従つて実験椎体の高さ、横断面積、脊柱のレ線像所見及び屍体に関する簡単な剖検所見を記し、又死後実験までの日数も明示した。薬品は全例に使用しなかつた。

1. 椎間軟骨を剥離した単一椎体

第1例

27才女、青酸加里服毒自殺、体格小、骨格薄弱。栄養良、皮下脂肪の発育良好。レ線像では椎体の骨萎縮、骨梁の疎鬆性は認めないが胸椎々体の辺縁骨増殖軽度と認む。(第一表参照)死後4日目に実験した。

第1表 第1例

| | 位置 | 高さcm | 断面積 cm ² | 圧縮破壊荷 重量kg | 単位面積荷 重量 kg/cm ² |
|-----|----|------|------------------------|---------------|-----------------------------------|
| 5H | 立 | 1.25 | 2.65 | 200 | 83.0 |
| 6H | 立 | 1.27 | 2.79 | 210 | 75.2 |
| 7H | 立 | 1.47 | 4.08 | 230 | 56.3 |
| 1B | 立 | 1.62 | 4.70 | 240 | 51.6 |
| 2B | 立 | 1.68 | 5.21 | 220 | 42.2 |
| 3B | 立 | 1.72 | 4.34 | 230 | 52.1 |
| 4B | 立 | 1.70 | 5.38 | 240 | 44.6 |
| 5B | 立 | 1.70 | 5.82 | 270 | 46.3 |
| 6B | 立 | 1.77 | 6.03 | 280 | 46.4 |
| 7B | 立 | 1.82 | 6.32 | 310 | 49.1 |
| 8B | 立 | 1.89 | 7.48 | 325 | 43.4 |
| 9B | 立 | 1.96 | 7.04 | 350 | 49.7 |
| 10B | 立 | 2.11 | 8.16 | 400 | 49.1 |
| 11B | 立 | 2.28 | 8.48 | 400 | 47.1 |
| 12B | 立 | 2.41 | 9.58 | 400 | 41.6 |
| 1L | 倒 | 2.54 | 9.90 | 380 | 38.3 |
| 2L | 立 | 2.68 | 11.05 | 450 | 47.2 |
| 3L | 倒 | 2.71 | 12.12 | 350 | 28.7 |
| 4L | 立 | 2.63 | 13.54 | 450 | 33.2 |
| 5L | 立 | 2.62 | 12.46 | 500 | 40.1 |

2. 一椎間軟骨で連結している2個連続椎体

第2例

34才男、耳下腺混合腫瘍とその頭蓋内及び肺臓転位

第2表 第2例

| | 位置 | 高さ cm | 断面積 cm ² | 圧縮破壊荷 重量kg | 単位面積荷 重量 kg/cm ² | 破壊椎体 |
|---------|----|----------|------------------------|---------------|-----------------------------------|---------|
| 5,6H | 立 | 3.77 | 4.66 | 160 | 34.3 | 認めず |
| 7H, 1B | 立 | 3.92 | 5.52 | 280 | 50.7 | 17H, 1B |
| 2, 3B | 立 | 4.28 | 5.50 | 230 | 41.8 | 2B |
| 4, 5B | 立 | 4.41 | 7.41 | 300 | 40.3 | 4B |
| 6, 7B | 立 | 4.70 | 7.68 | 330 | 42.9 | 17B, 6B |
| 8, 9B | 立 | 4.77 | 9.39 | 300 | 31.9 | 8B |
| 10B | 立 | 2.54 | 11.72 | 570 | 48.6 | 10B |
| 11, 12B | 立 | 5.81 | 13.17 | 310 | 23.5 | 認めず |
| 1, 2L | 立 | 6.66 | 16.65 | 575 | 34.5 | ク |
| 3, 4L | 立 | 6.81 | 18.01 | 760 | 42.1 | 13L, 4L |
| 5L | 立 | 2.77 | 18.67 | 780 | 41.7 | 5L |

にて死亡。体格稍大，骨骼中等，發育不良，皮下脂肪の沈着不良。レ線像では胸椎中部及び腰椎々体辺縁骨増殖の傾向を認める外著変はない。(第5図参照)死

後3日目に実験した。第10胸椎及び第5腰椎は単一椎体として，他は二個連続椎体として実験した。(第二表参照)

第 3 例

23才男，精神分裂症兼高度の栄養失調で死亡。体格稍大，骨骼薄弱，筋發育及び皮下脂肪沈着甚だ不良。左大転子部に鶏卵大の褥創あり。レ線像は第12胸椎，第1腰椎が稍楔状椎の傾向ある外異常はない(第6図参照)。死後5日目に実験した。本実験では荷重速度を一定にして破壊時間を測定した。(第三表参照)表中の破壊椎体なる欄は肉眼的に直ちに破壊を認めた椎体を記し，それに附した番号はその破壊の順位を表わし，「認めず」と記載したのは，肉眼的に一見破壊が判然としない場合である。



第5図 (第2例)

第6図 (第3例)

第3表 第3例

| | 位 置 | 高さcm | 断面積cm ² | 荷重速度 | 圧縮破壊荷重量 kg | 破壊時間秒 | 単位面積荷重量 kg/cm ² | 破 壊 椎 体 |
|--------|-----|------|--------------------|------|------------|-------|----------------------------|---------|
| 3.4H | 立 | 3.40 | 3.40 | 一 定 | 230 | 33.0 | 67.5 | 認めず |
| 5.6H | 立 | 3.34 | 4.05 | 〃 | 250 | 28.0 | 61.7 | 6H |
| 7H.1B | 立 | 3.43 | 5.12 | 〃 | 260 | 34.0 | 50.8 | 1B |
| 2.3B | 立 | 3.84 | 5.53 | 〃 | 250 | 33.0 | 45.2 | 2B, 3B |
| 4.5B | 立 | 3.98 | 5.84 | 〃 | 230 | 26.0 | 39.3 | 認めず |
| 6.7B | 立 | 4.13 | 7.31 | 〃 | 230 | 27.0 | 31.5 | 7B |
| 8.9B | 立 | 4.48 | 9.26 | 〃 | 270 | 27.0 | 29.1 | 8B |
| 10.11B | 立 | 5.01 | 11.55 | 〃 | 280 | 19.2 | 24.4 | 11B |
| 12B.1L | 立 | 5.91 | 14.32 | 〃 | 335 | 30.0 | 23.1 | 1L |
| 2.3L | 立 | 6.41 | 17.32 | 〃 | 370 | 25.0 | 21.3 | 3L |

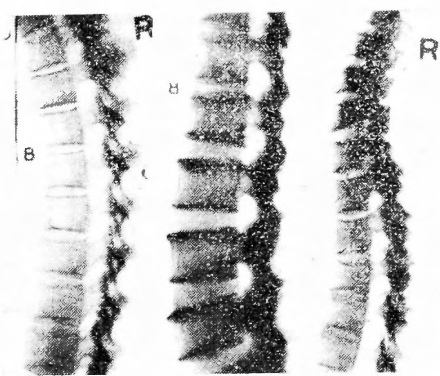
第 4 例

54才男，大工。胆嚢破裂による急性腹膜炎にて死亡。体格，骨骼中等，栄養稍不良，筋肉の發育中等，皮下脂肪の沈着不良。レ線像では第2，3，4腰椎々体の

辺縁に於ける骨増殖は中等度，胸椎中部ではその傾向が認められる。他に著変を認めない(第7図参照)。死後4日目に実験した。本例では一部を振り実験に用い，他を2個連続椎体と単一椎体とに分ち，荷重速度を大

第4表 第4例

| | 位 置 | 高さcm | 断面積cm ² | 荷重速度 mm/秒 | 圧縮破壊荷重量 kg | 破壊時間 分秒 | 単位面積荷重量 kg/cm ² | 破 壊 椎 体 |
|----------|-----|------|--------------------|-----------|------------|---------|----------------------------|---------|
| 3.4.5.6H | | 7.13 | 3.39 | 捻り実験に用いた | | | | |
| 7H.1B | 立 | 3.73 | 5.07 | 0.02 中 | 200 | 2.38 | 39.2 | 7H.1B同時 |
| 2.3B | 立 | 3.83 | 5.85 | 0.02 中 | 150 | 2.31 | 25.6 | 2B |
| 4.5B | 立 | 3.98 | 6.25 | 0.02 中 | 200 | 1.51 | 32.0 | 認めず |
| 6.7B | 立 | 4.30 | 7.92 | 0.08 大 | 250 | 1.46 | 31.6 | 7B |
| 8.9B | 立 | 4.48 | 9.44 | 0.08 大 | 280 | 1.55 | 29.9 | 認めず |
| 10.11B | 立 | 4.98 | 10.48 | 0.08 大 | 300 | 1.13 | 28.9 | 11B |
| 12B.1.2L | 立 | 9.15 | 14.02 | 捻り実験に用いた | | | | |
| 3L | 立 | 2.53 | 17.92 | 0.005 小 | 570 | 3.19 | 31.8 | 認めず |
| 4L | 立 | 2.69 | 17.22 | 0.02 中 | 550 | 1.49 | 31.9 | 〃 |
| 5L | 立 | 2.58 | 16.92 | 0.08 大 | 550 | 1.31 | 32.5 | 〃 |



第 7 図 (第 4 例)

0.08mm/秒, 中 0.02mm/秒, 小 0.005mm/秒の三種に分ち破壊荷重量と共に破壊時間を測定した。(第 4 表参照)

第 5 例

推定40才女。青酸加里中毒死, 体格大, 骨骼頑強, 栄養良。筋肉及び皮下脂肪發育良。レ線像では椎体辺縁の骨増殖著明, 骨萎縮及び骨の疎鬆性を認めた。死後5日目に実験した。本例では荷重速度を大1.8mm/秒, 中0.9mm/秒, 小0.45mm/秒の三種に分ち実験した。速度は1.8mm/秒が本試験機に於いて最大である。(第5表参照)

第5表 第5例

| | 位置 | 高さ cm | 断面積 cm ² | 荷重 速度 | 破壊時 間 秒 | 圧縮破壊荷重量 kg | 單位面積荷重量 kg/cm ² |
|--------|----|----------|------------------------|----------|------------|---------------|-------------------------------|
| 3.4H | 立 | 2.73 | 2.96 | 中 | 10.0 | 130 | 43.8 |
| 5.6H | 立 | 2.70 | 3.86 | 中 | 8.5 | 130 | 33.7 |
| 7H.1B | 倒 | 2.76 | 3.88 | 大 | 3.5 | 260 | 67.0 |
| 2.3B | 倒 | 3.17 | 5.11 | 中 | 11.0 | 170 | 33.3 |
| 4.5B | 倒 | 3.27 | 5.58 | 大 | 2.0 | 160 | 28.7 |
| 6.7B | 倒 | 3.05 | 6.75 | 中 | 12.0 | 170 | 25.2 |
| 8.9B | 倒 | 3.71 | 7.34 | 大 | 3.2 | 320 | 43.6 |
| 10.11B | 倒 | 4.06 | 12.09 | 大 | 4.0 | 420 | 31.7 |
| 12B.1L | 立 | 4.63 | 10.92 | 小 | 31.0 | 200 | 18.3 |
| 2.3L | 立 | 5.04 | 14.41 | 中 | 16.5 | 520 | 31.6 |
| 4.5L | 立 | 4.85 | 14.04 | 大 | 4.0 | 570 | 40.6 |

3. 3個連続椎体の場合

第 6 例

41才女, 無職。廻育部及び横隔膜下腰痛で死亡。体格, 骨骼中等。筋肉及び皮下脂肪發育不良。死後2日目に実験した。第5例と同様速度を大, 中, 小に分ち測定した。(第6表参照)

第6表 第6例

| | 位置 | 高さ cm | 断面積 cm ² | 荷重 速度 | 破壊時 間 秒 | 圧縮破壊荷重量 kg | 單位面積荷重量 kg/cm ² |
|----------|----|----------|------------------------|----------|------------|---------------|-------------------------------|
| 3H | 立 | 1.10 | 1.17 | 大 | 6.1 | 110 | 94.0 |
| 4.5.6H | 倒 | 4.50 | 2.41 | 大 | 測定せず | 100 | 41.1 |
| 7H.1.2B | 倒 | 5.52 | 3.74 | 大 | 9.3 | 290 | 77.6 |
| 3.4.5B | 倒 | 5.79 | 5.00 | 大 | 6.0 | 230 | 46.0 |
| 6.7.8B | 倒 | 6.31 | 5.08 | 小 | 23.0 | 200 | 37.4 |
| 9.10.11B | 立 | 7.04 | 7.57 | 中 | 10.0 | 260 | 47.6 |
| 12B.1.2L | 立 | 8.86 | 11.26 | 大 | 7.0 | 700 | 42.2 |
| 3.4.5L | 立 | 10.30 | 11.80 | 大 | 6.3 | 500 | 46.6 |

4. 2個及び3個連続椎体の場合

第 7 例

15才女, 無職。出血性脳炎にて死亡。体格, 骨骼中等。筋肉及び皮下脂肪發育不良。前例と同様荷重速度を大, 中, 小に分ち実験した。(第7表参照)

第7表 第7例

| | 高さ cm | 断面積 cm ² | 荷重 速度 | 破壊時 間 秒 | 圧縮破壊荷重量 kg | 單位面積荷重量 kg/cm ² |
|----------|----------|------------------------|----------|------------|---------------|-------------------------------|
| 3.4H | 2.45 | 2.68 | 中 | 20.0 | 100 | 37.3 |
| 5.6H | 2.68 | 2.61 | 大 | 測定せず | 150 | 57.5 |
| 7H.1B | 3.14 | 3.69 | 小 | 23.0 | 180 | 45.2 |
| 2.3B | 3.08 | 4.27 | 中 | 11.0 | 180 | 42.2 |
| 4.5.6B | 5.01 | 4.88 | 中 | 9.0 | 230 | 47.1 |
| 7.8B | 3.50 | 6.41 | 大 | 4.3 | 320 | 49.9 |
| 9.10.11B | 6.39 | 8.18 | 大 | 6.0 | 320 | 39.1 |
| 12B.1L | 4.99 | 9.10 | 小 | 11.0 | 420 | 44.7 |
| 2.3L | 5.35 | 10.19 | 中 | 9.0 | 540 | 53.0 |
| 4.5L | 5.25 | 9.61 | 大 | 5.0 | 690 | 71.6 |

第 8 例

29才女, 両側腎臓結核にて死亡。体格小。骨骼薄弱。栄養状態不良。筋肉及び皮下脂肪の發育甚だ不良。レ線像では骨萎縮。骨梁の疎鬆性及び骨増殖等認めない。第6, 7胸椎, 第1腰椎は稍楔状をなし, 第2, 3胸椎々間板は消失し骨性癒合を認める(第8図参照)。死後3日, 椎弓を切除して前例と同様荷重速度を大, 中, 小に分ち実験した。(第8表)

5. 3個連続椎体の両端の椎体を平面且つ平行に横断し, M.C.M.を使用しない場合。

第 9 例

50才男, 栄養失調の為死亡。体格小, 骨骼中等。レ

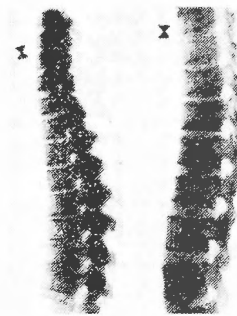
第8表 第8例

| | 位 置 | 高サ cm | 断面積 cm ² | 荷重 速度 | 破壊時 間 秒 | 圧縮破壊 荷重量 kg | 單位面積 破壊荷重 kg/cm ² |
|---------|--------|----------|------------------------|----------|------------|-------------------|------------------------------------|
| 3,4,5H | 倒 | 4.35 | 2.89 | 小 | 17 | 130 | 45.0 |
| 6,7H | 立 | 2.95 | 3.31 | 小 | 不成功 | | |
| 1,2,3B | 立 | 4.81 | 4.39 | 大 | 3 | 250 | 56.9 |
| 4,5B | 倒 | 3.53 | 4.68 | 小 | 6 | 190 | 40.6 |
| 6,7B | 立 | 3.70 | 3.31 | 大 | 4 | 240 | 72.5 |
| 8,9,10B | 倒 | 6.18 | 4.88 | 中 | 7 | 240 | 49.2 |
| 11,12B | 倒 | 4.84 | 7.46 | 大 | 4 | 320 | 42.9 |
| 1,2,3L | 立 | 9.17 | 9.91 | 大 | 5 | 390 | 39.4 |
| 4,5L | 立 | 5.96 | 11.02 | 中 | 7 | 540 | 49.0 |

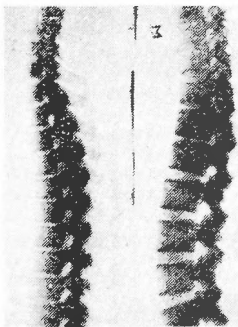
第8図 (第8例)



第9図 (第9例)



第10図 (第10例)



線像は骨梁の疎鬆性程度。第5~12胸椎, 第3~5腰椎の辺縁骨増殖程度。第12胸椎, 第1, 2腰椎稍楔状を呈する。椎間軟骨は著変を認めない。(第9図参照)(第9表参照)

第9表 第9例

| | 位置 | 高サ cm | 断面積 cm ² | 圧縮破壊 荷重量 kg | 單位面積 破壊荷重 kg/cm ² |
|-----------|----|----------|------------------------|-------------------|------------------------------------|
| 3,4,5H | 立 | 3.71 | 3.29 | 260 | 79.1 |
| 7H,1,2B | 立 | 3.82 | 4.77 | 190 | 39.8 |
| 7,8,9B | 立 | 3.83 | 9.26 | 380 | 41.0 |
| 11,12B,1L | 立 | 5.65 | 10.53 | 380 | 36.0 |
| 3,4,5L | 立 | 8.59 | 15.40 | 440 | 28.5 |

第 10 例

21才女。青酸加里服毒自殺。体格及び骨格中等。栄養良好。筋肉及び皮下脂肪組織の發育良。レ線像では胸腰椎移行部稍楔状椎を呈する外、椎間軟骨にも著変を認めない(第10図参照)。死後5日目に実験した。

(第10表参照)

第10表 第10例

| | 位置 | 高サ cm | 断面積 cm ² | 圧縮破壊 荷重量 kg | 單位面積 破壊荷重 kg/cm ² |
|----------|----|----------|------------------------|-------------------|------------------------------------|
| 1,2,3B | 立 | 3.94 | 5.19 | 320 | 61.6 |
| 6,7,8B | 立 | 4.38 | 6.15 | 310 | 41.4 |
| 12B,1,2L | 立 | 4.78 | 8.29 | 580 | 69.9 |

第9例及び第10例共に横切断した両端の椎体は抵抗力弱く、早くから破壊し椎体は不安定となり軸方向が傾斜し、破壊状態は不規則であつた。しかし測定した破壊荷重量は求める圧縮破壊荷重量に略近い値を示していると思われる。

6. 2個連続椎体の両端の椎体を平面且平行に横切断し、M.C.M.を使用しない場合。

第10例(前節参照)で行つた。

本実験では椎間軟骨は側方に膨隆するのみで破壊しないのに、横切断された椎体は抵抗力弱く、殆んど凡て下位椎体に破壊を來し、眞の椎間軟骨の圧縮破壊荷重量を測定することは出来なかつた。参考までに実験測定値をかゝげる。(第11表参照)

第11表 第11例

| | 位置 | 高サ cm | 断面積 cm ² | 圧縮破壊 荷重量 kg | 單位面積 破壊荷重 kg/cm ² | 破壊椎体 |
|-------|----|----------|------------------------|-------------------|------------------------------------|-------|
| 3,4H | 立 | 2.01 | 3.04 | 260 | 85.1 | 3H |
| 4,5H | 立 | 1.53 | 2.68 | 230 | 85.8 | 5H |
| 5,6H | 立 | 1.52 | 3.21 | 250 | 77.8 | 6H |
| 6,7H | 立 | 1.49 | 3.61 | 230 | 63.9 | 7H |
| 7H,1B | 立 | 2.00 | 4.26 | 330 | 77.4 | 7H,1B |
| 3,4B | 立 | 1.95 | 4.48 | 260 | 58.1 | 4B |
| 4,5B | 立 | 2.04 | 5.21 | 300 | 57.5 | 5B |
| 5,6B | 立 | 1.82 | 6.07 | 280 | 46.1 | 6B |
| 8,9B | 立 | 2.31 | 7.80 | 330 | 42.3 | 8B |
| 2,3L | 立 | 3.39 | 10.75 | 610 | 65.4 | 3L |
| 3,4L | 立 | 3.49 | 10.68 | 650 | 68.6 | 4L |
| 4,5L | 立 | 3.41 | 11.42 | 670 | 58.6 | 5L |

7. 3個連続椎体に於ける両端の椎体から海绵質を除いて軟骨板だけにして、M.C.M.を装着した場合。第9例(前節参照)

5. に於て実験を行なかつた脊柱の部分を用いた (第12表参照)。5. で述べた如く横切斷された両端の椎

第12表 第9例

| | 位置 | 高さ cm | 断面積 cm ² | 圧縮破壊荷重 kg | 単位面積破壊荷重 kg/cm ² | 破壊部位 |
|-----|----|----------|------------------------|--------------|--------------------------------|------|
| 6H | 立 | 3.55 | 4.0 | 230 | 57.5 | 6H |
| 3B | 立 | 3.20 | 6.09 | 180 | 29.5 | |
| 6B | 立 | 3.67 | 8.78 | 230 | 26.2 | |
| 10B | 立 | 3.57 | 11.63 | 349 | 30.0 | 10B |
| 2L | 立 | 4.91 | 14.65 | 500 | 34.3 | |

体は早期に破壊し、中央の椎体乃至椎間軟骨の破壊が不規則となり、正確なる圧縮破壊荷重量を測定したとは言えない。従つて早くから破壊する海绵質を除き軟骨板のみを残し圧縮面を平行且つ平面にする為 M. C. M. を装着して実験した。その結果6H, 10Bでは椎間軟骨は圧縮されて側方に膨隆するのみで破壊は起らず中央の椎体に破壊が起つた。所が3B, 6B, 2LはM. C. M. に密着する軟骨板に破壊が起り、2Lは軸方向は安定であつたが3B, 6Bは左、前方へ傾斜した。

8. 一椎間軟骨と隣接椎体の軟骨板のみのもの。

6. で横斷された両端の椎体に早期破壊が起り、椎間軟骨の正確なる圧縮破壊荷重量を測定する事が出来なかつたので早期破壊の起る海绵質を除去して一椎間軟骨と隣接椎体の軟骨板のみにして実験した。第10例の第11, 12腰椎間軟骨と、第10腰椎単一椎体との比較をした。

| 位置 | 高さ cm | 断面積 cm ² | 破壊荷重 kg | 単位面積荷重 kg/cm ² |
|-----------|----------|------------------------|------------|------------------------------|
| 11, 12B 立 | 1.56 | 9.31 | 1000以上 | 101.9以上 |
| 10B 立 | 2.10 | 8.49 | 590 | 69.4 |

荷重を加えて指示針が1000kg位を指すまでは外見上椎間板に破壊は認めなかつた。更に荷重を加えると何時とはなしに複雑な破壊が起りながら針は逆転し正確に破壊の時期を知ることは出来なかつた。従つて椎間軟骨単独破壊荷重量は椎体のそれより遙かに大であらうと推測されるが正確な値を測定することは出来なかつた。

第三章 總括並びに考察

1. 椎体と圧縮破壊荷重量との関係

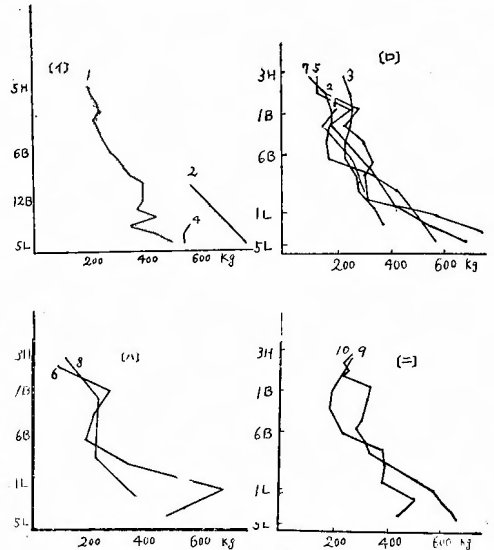
各椎体に就てその性状と圧縮破壊荷重量との相互関係を一々記載することは甚だ煩雑であるから多くの椎体に共通なる性状と圧縮破壊荷重量との関係を考察す

る。

1) 脊柱の部位と圧縮破壊荷重量との関係

実験例全部に就て縦軸に脊柱の高さを、横軸に破壊荷重量を求めて「グラフ」を描くと第11図〔イ〕〔ロ〕〔ハ〕〔ニ〕の如くなる。

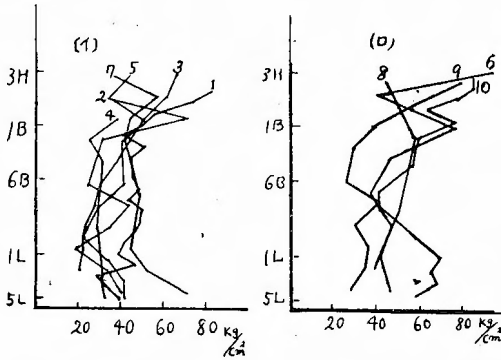
第11図



〔イ〕は単一椎体の場合、〔ロ〕は2個連続椎体の場合、〔ハ〕は3個連続椎体の場合、〔ニ〕はその他(第9, 10例)の場合である。これによれば頸椎及び胸椎上部が最小にして、脊柱下部に進むに従い順次荷重量は増大し腰椎下部が最大(最小値は第3, 4頸椎の100kg, 最大値は第5腰椎の780kg)である。ここに注意すべきは胸椎上部は特に破壊荷重量が小さく、時には脊柱全体の最小値を取る事もある。P. von Puky は第5腰椎が最も抵抗弱く、臨牀的に最初そこに後彎を生ずると報告している。又腰椎下部は「グラフ」によると個人により多少の乱れが認められる。同一高位の荷重量は個体により著しい差異がある。例えば第5腰椎に於ては第2例は780kg, 第1例は500kgでその差は280kgである。しかし同一個体に於ては圧縮破壊荷重量は単一椎体と連続椎体とに拘らず上述の如く大体一定の屈折線を描く事を強調したい。

2 椎体の単位面積に於ける圧縮破壊荷重量に就て

仮りに被験体の内部構造を単一化して全実験例につき縦軸に脊柱の高さを、横軸に単位面積破壊荷重量を求めて、椎体の部位と単位面積破壊荷重量の関係を「グラフ」〔イ〕〔ロ〕に描いて比較した。



第 12 図

数字は屍体番号である。〔I〕は単一椎体及び2個連続椎体の場合、〔II〕はそれ以外の場合である。この「グラフ」により単位面積破壊荷重量は頸椎上部が最大にして、胸椎、腰椎と脊柱下位なるに従い減少する傾向が見られる。この屈折線は圧縮破壊荷重量を示す曲線と略逆の傾向を示している。即ち腰椎の圧縮破壊荷重量は頸椎上部のそれより遙かに大であるけれども、単位面積に於ける荷重量は反対に頸椎の方が腰椎よりも大である。換言すれば椎体の荷重に対する抵抗力はその大きさに比例して増大するのではなくして、却つて大きい椎体に於ては単位面積の荷重に対する強さは減少する様である。この理由は恐らく圧縮に対する抵抗の弱い海綿質状小骨梁片構成が頸胸部椎体より腰部椎体に於て多い為であろう。

3) 単一椎体と連続椎体とて圧縮破壊荷重量に差異があるか。

| 屍体番号 | 椎 体 | 破壊荷重量 |
|------|--------|-------|
| 第2例 | 8.9B | 300kg |
| 〃 | 10B | 570 |
| 〃 | 11.12B | 310 |
| 〃 | 3.4L | 760 |
| 〃 | 5L | 780 |
| 第4例 | 8.9B | 280 |
| 〃 | 10.11B | 300 |
| 〃 | 3L | 570 |

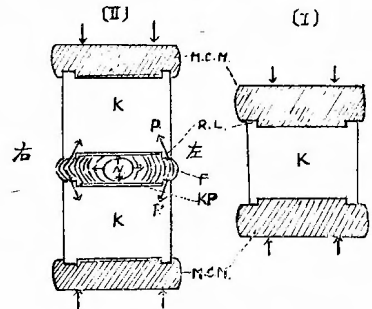
表から分る如く単一椎体の破壊荷重量は、2個連続椎体のそれより大である。第7例、第8例の実験数値から見ると2個連続椎体と3個連続椎体とでは破壊荷重量がどちらが大であるか決定し難い。換言すれば椎体が椎間軟骨で連結されている2個、3個連続椎体の場合は、単一椎体よりも圧縮荷重に対して抵抗力弱く、2個連続椎体と3個連続椎体とでは、その強さに著しい差がない事がわかつた。その理由は先づ椎体の

内部構造は、横走する小骨梁片の結合した海綿状構成を呈し、中心部から少し後方に偏した一点から放射状に走り、外壁に到達している。更に矢状面及び前額面断面に於て、是等海綿状骨梁は相互に直角に交錯し、上下両面及び左右外壁に直角に到達している。さて単一椎体の上下面はM.C.M.が密着しているから第13図. I)の如く荷重は横断面に一樣に加わり荷重量は大であるけれども、椎間軟骨を介して連結されている場合には、その辺縁部は弾性に富む繊維輪からなり、中央部は半泥状の髓核がある為、荷重を受けると第13図II)に示す如く繊維輪は側部に膨隆するから、Pなる方向に斜の力が作用する故上述の如き内部構造を有する椎体は早く破壊し、荷重量も小であると考え。この様に説明すれば2個、3個連続椎体の間に荷重量の著しい差のないことも理解出来ると思う。

4) 脊柱のレ線所見と破壊荷重量との関係

破壊荷重量は個人的差違が甚だしい事は既述した通り

第 13 図



N. 髓核 F. 線維輪 K. 椎体

K.P. 軟骨板 R.L. 辺縁部 M.C.M. 補助材料

↑ P. 力の作用方向

りである。2～3個連続椎体として圧縮実験を行つた第2例から第8例までの7例に就て、性、年齢、死因、全身所見並びにレ線学的所見と破壊荷重量との関係を検討するに当つて各例毎に頸椎から腰椎下部まで脊柱全体に就て平均した破壊荷重量を求めて比較した。その結果、年齢、生活状態、其の他の全身所見もさる事ながら、椎体の破壊荷重量は主としてレ線所見、就中骨陰影の濃淡、骨梁の大きさ、並びに粗密の程度に関係する事大である。同一個体に於て椎体辺縁の骨増殖、楔状椎等のある部位が、特に荷重量が大であるか、小であるかは一概に言えない。第3,4胸椎の高さから胸椎下部にかけて一般に椎体間の距離は狭少で、時により椎体面が不規則なる場合がある。又可成りしば

し第3, 4 胸椎間あたりから, 胸椎下部又時としては腰椎部までも椎間板の水平断面は黄色又は褐色を呈し, 退行性変化を思わせる所見を現わす事があつた。一方破壊荷重量は既述の如く胸椎上部, 時には中部まで例外的に小なる値を示す事があつたが, これと何等かの関係があるのではないかと思う。

なお椎体は立位にしても倒位にしても破壊荷重量に大差はなかつた。

2. 荷重速度と破壊荷重量

金属材料試験用衝撃装置を用いて, 衝撃による椎体及び椎間軟骨の破壊荷重量並びに破壊状態をしらべようと思つたが失敗に終つた。そこで松村式圧縮試験機を用い急速荷重を行つたが勿論衝撃ではない。更に荷重速度を増減して, 破壊時間, 破壊荷重量及び破壊状態を検した。破壊状態は次の節に述べる。

第4, 5, 6, 7, 8例に於て, 同一個体の相隣れる椎体を用いて速度を変え荷重量を測定した。それによると急速荷重なる場合は, 低速荷重の場合より小なる荷重量で破壊が起ることもあるが, 又反対の場合もありその差違は脊柱の高さによるものか, 又他の理由によるものか, その速度の差が少い為何れも明白でない。要するに本試験機を用いて, 可能な荷重速度の増減範囲を以てしては, その差が少い為に破壊荷重量に明確なる相違を認めることは出来なかつた。

3. 破壊状態

A. 実験中の観察

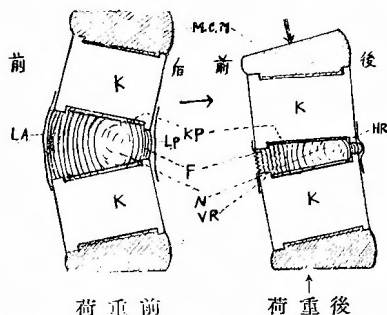
1) 単一椎体を圧縮して, 破壊荷重量に達する時は, 椎体から骨髓液が滲み出て, 破壊音を発することがある。

2) 連続椎体を圧縮すると, 椎間軟骨は側方に膨隆して扁平となるのみで, 外見上, 断裂や, 椎体との附着部の剝離等は認めない。更に圧縮を続けると, 椎体に1)の如き破壊が起る。しかし, 椎間軟骨を伸介とした連続椎体を圧縮する際には, 注意すると, ある場合には, 椎間板の腹側に於ては, 膨隆するどころか, 反対に皺がよる事があつた。そこで椎弓根から後部脊椎を切除し, 椎体と椎間板のみを圧縮実験した結果, 次の如き興味ある所見を得た。

(i) 椎体が楔状を呈するか, 或いは前彎を形成している為に, 椎間板の前面の高さが, 後面より高い場合は, 被検体の平面且平行なる上下面に荷重を加えると, 椎間板は弾性に富む故上の椎体は前方に傾き, 前

屈位で荷重がかゝつた場合と同様の状態となり, 前部椎間板に皺を生じ, 後部は膨隆した。これは後部繊維輪の方が, 前部より解剖学的に菲薄なる事も手伝つているのであろう。この際髓核は後部に移動しているものと思われる。即ち, 名倉, 青池両氏の, 単に椎間板は一様に側方に膨隆すると言う報告以外に, かゝる場合もある事を経験したのである。(第14図を参照)

第 14 図



K. 椎体 HR. 後縦線維 L.A. 前縦線維
F. 線維輪 VR. 前縦線維 L.P. 後縦線維
N. 髓核 KP. 軟骨板

以上の所見は, 生体に於て荷重が加わりつゝ後彎位から急に前彎位に移る様な原作(運動性)が行われる場合には, 一層容易に起るであろうと推測される。これは恩師近藤教授が宿題報告として椎間軟骨ヘルニアの発生機転に関して述べられた事に對し, 実験的根拠を与えるものと考ええる。

Love and Walshによれば椎間軟骨ヘルニアの発生部位は腰椎下部($L_4 \sim L_6$ — S_1)に最も多く, 次いで頸椎($H_6 \sim H_7$), 胸椎($B_6 \sim B_{10}$)の順序で少くなり脊性の生理的前彎若しくは後彎の最大屈曲部に多いと述べている。その前彎, 後彎の椎間軟骨ヘルニア発生に對する意義を幾分とも明白にしたものであると考える。

(ii) 2個連続椎体の下縁椎間軟骨に接する部分で横骨折を起し, 前後の方向に「ずれ」を生じ, 前部では, 前縦線維及び骨膜で覆われて骨折線は見えないが陥凹し, 後部では骨折片が鋭く後方に突出し, その上を後縦線維がテント状に覆つているのが見られた。3個連続椎体の場合でも中央椎体上縁の椎間軟骨に近く, 上の場合と同様の変化を起したものがある。

西氏は頸椎部で脱臼骨折が椎間板破壊の二次的現象として起ると言つてゐる。私の実験は別出標本に就て行つたから, 趣が異なるかも知れないが, 圧縮実験では

絶体にかゝる変化は見られなかつた。振り実験では第二編に述べるが頸椎では椎間軟骨単独破壊が見られたから、氏が言われる如き変化が起るには単なる圧縮力だけではなく、振る力が作用する必要があるのではなからうか。

次に既に述べた如く椎間板に近接した椎体の上又は下縁で横骨折を起し、所謂脱臼骨折を生じたものに就て考察するに、かゝる変化は後部脊椎を切除して椎体及び椎間軟骨のみの被検体でみられたものであつて、後部脊椎を附着して行つた例では椎間板に近く平行して脱臼を伴わざる骨折を起す場合が多かつた。しかし生体に於て瞬間的に強大なる力が作用し、後部脊椎に骨折を合併する場合を考えると、椎体にはやはり、かゝる脱臼骨折の起る事も想像に難くない。

(iii)三箇連続椎体では被検体の高さが増す為に坐りが悪くなり、椎間板の部で屈曲する場合がある。その時は間もなく椎体に破壊が起つた。椎体は上下に垂直に荷重を受けると強いが斜方向から加圧されると弱い力で破壊する。三箇連続椎体を圧縮した場合、坐りがよければ中央の椎体で破壊が起る場合が多い。その理由は前述した通り、中央の椎体は上下に椎間軟骨と連絡しているから、荷重によつて椎間軟骨が膨隆すると中央の椎体は上下の周辺部が斜方向から荷重を受けるから最も破壊し易いのだと思われる。これ等の事実より案ずるに椎間軟骨を伸介して連結している連続椎体は、椎間軟骨の柔軟性の為、脊柱の運動性を与え且つ荷重に対してある程度の緩衝帯となるのであるが、しかし又外力による影響を受け易くする要素であることは容易にうなずけるのである。

3) 連続椎体で本試験機で出来る範囲の荷重速度増減を試みたが実験中の観察では破壊状態に差異を認めなかつた。

B. 実験後の観察

1) 椎体の破壊

椎体を圧縮して破壊荷重量に達した時、直ちに荷重を除けば椎体並びに椎間板の変形は直ちに旧に復し、椎体の骨折線は明瞭でない。従つて肉眼的に容易に見られる椎体側面の髄液滲出部を検した。その結果の詳細は省略するが結局椎体の上部が最も破壊し易い。この点に就ては名倉氏、青池氏も同様に述べている。

椎体の上面、下面の骨折線に就ては①単一椎体はM.C.M.に接している上面、下面には全く骨折線を見なかつた。②二箇連続椎体延べ58個に就て、圧縮破壊

荷重量に達した後の各椎体の上面、下面を検した結果、椎間板に接する椎体の上面、下面に骨折を認めたもの合計15、その内訳は上位椎体の下面に7、(その中軟骨板2)及び下位椎体の上面に8、(その中軟骨板5)骨折線を認めた。さて椎間板に接する面の骨折線の形は青池氏が述べている如く横骨折線、矢状骨折線、放射状骨折線、斜骨折線であつた、且つ毎常椎体面の辺縁ではなく中央部に見られた。

M.C.M.が密着する椎体面に骨折が起り難いのは荷重が一様に加わる為であろう。又椎間軟骨に接する椎体面に骨折が起り易い理由は椎間軟骨の解剖学的構造に因つて、椎間板に接する椎体面の荷重を受ける部分は周辺部であつて、而も斜方向から椎間板が荷重されるから椎体面に骨折を起し易く、周辺部より抵抗の弱い中央部に骨折が起るものと考えられる。

2) 圧縮破壊後のレ線像

圧縮破壊荷重量に達した実験後のレ線像を実験前の物と比較して見たが、破壊箇所を認める事が出来ないものが多い。殊に肉眼的に破壊を認めたものでも、レ線像で破壊箇所を発見し得ないものがある。破壊荷重量に達した後もなお圧縮を続けると戻らぬ圧縮歪も大となるから、レ線像で破壊箇所が認められる。破壊荷重量に達した後直ぐ荷重を除くと戻らぬ圧縮歪が小であるから、レ線像で破壊箇所が認められない。かゝるものは骨梁骨折と称して差支えないと思われる。まして生体に於ては軟部組織が加わるから、レ線像に於て骨折線の発見が更に困難となるであろう。椎体に破壊が起つていてもレ線像で発見出来ない場合が多い事は実地上心に留めて置かねばならぬ事実である。レ線所見で骨折線を認めた例に就て骨折線の模様を6型に分けて説明すると次の如くである。(第15図, 16図参照)

I 型: 椎体上縁に近く横走するもの。

II 型: 椎体上面の途中から斜前下に走るもの(この型に属するものは、程度の差はあるが凡て椎間板の損傷を伴う、且つ此は生体の脊柱骨折の際にも該当すると思われる)。

III 型: 椎体前上から後下方に走り、後方では所謂椎体基底静脈影と連絡するもの。

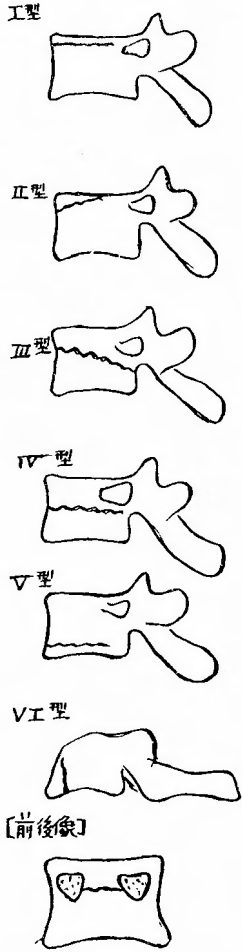
IV 型: 椎体中央部乃至稍上を横走し後縁に於ては椎体基底静脈影を通過する。この型に属するものの中には骨折線が椎体前部に限局するもの、中央部に限局するもの、後部に主として変化を認めるもの等がある。これ等の場合単に

骨梁の雲架状「
乱れ」を呈する
だけの場合もあ
り、かゝる場合
は実験前のレ線
像と比較して骨
折であることを
確認した訳で、
実際問題として
はHahn 氏薄と
の鑑別は困難で
あろう。

V 型： 椎体下面に近く
平行に走るもの。

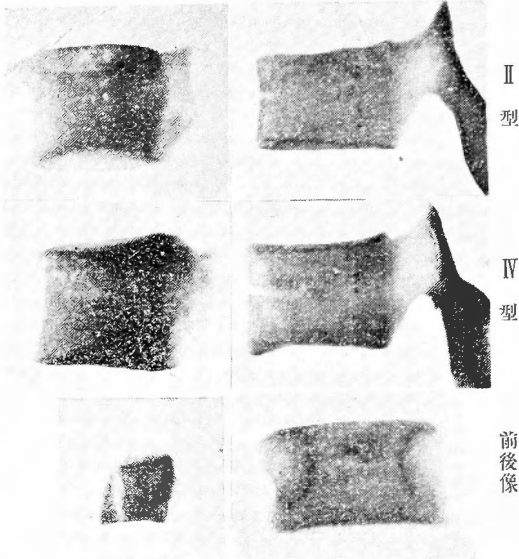
VI 型： 頸椎にのみ見ら
れる型で、椎体
前下縁に於て縦
走するもの。
骨折線は側面像
で以上の6型を
示した。椎体の
中央から上部に
骨折線を認める
場合、即ち第I
型→第IV型が
大多数であつた
前後面像は側面
像より一層骨折
線が分り難く、
椎弓根の間に横走する骨折線を少数例に認め
るに過ぎなかつた。

第 15 図



前後像

第 16 図



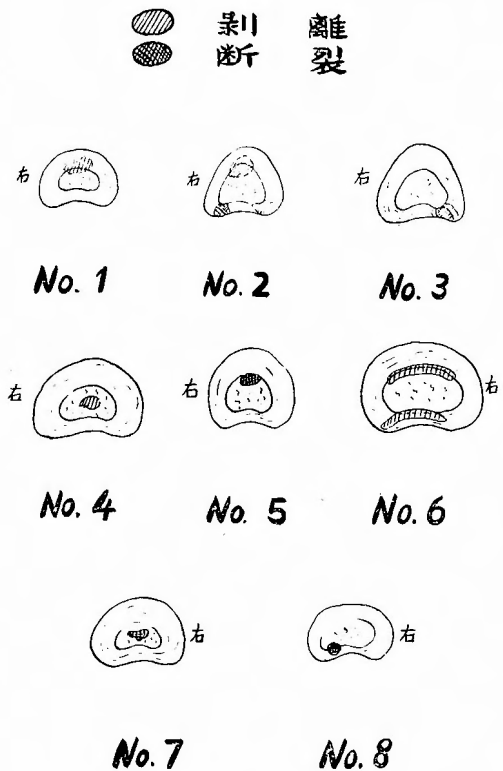
第13表 註 { () 内は部位變化なし。
A：剝離。R：断裂。

| No | 例 | 椎体 | 髓核 | 纖維輪 | 縱靱帶 | 組織学的所見 |
|----|------|--------|--------|-----------|-----|-------------|
| 1 | 第2例 | 7H.1B | A,(前) | A(前) | — | |
| 2 | 〃 | 2.3B | A,(前) | A(前) | — | |
| 3 | 〃 | 6.7B | — | A+R(後) | — | |
| 4 | 〃 | 3.4L | A,(中央) | — | — | |
| 5 | 第4例 | 10.11B | R,(前) | — | — | |
| 6 | 第5例 | 4.5L | — | A(前及後) | — | 纖維輪型 骨折線 |
| 7 | 第8例 | 11.12B | R(中央) | — | — | |
| 8 | 第10例 | 5.6H | R+A 左後 | A,+R(左後) | — | |
| 9 | 第7例 | 5.6H | ヘルニア | ヘルニア(後左寄) | — | |
| 10 | 第8例 | 1.2.3B | ヘルニア | ヘルニア(両後) | — | |

と、
(i) 8例の中4例は同一個体に見られた。その4例
は脊柱の特定の部位に限つた訳ではない。
(ii) 損傷部位 髓核 纖維輪 縱靱帶
剝離 断裂 剝離 断裂 剝離 断裂
損傷椎間軟骨 4 3 5 3 0
損傷個所延数 4 3 7 3 0
即ち纖維輪は髓核より稍損傷を受け易い。
(iii) 縱靱帶は全例とも損傷を蒙らなかつた。
(iv) 纖維輪の損傷部位は前部及び後部に略同じ頻度
に剝離を来し、後部に於て断裂を来す傾向が見られ
る。この後部断裂は正中線上には起らないで、常に左
右いずれかに偏して起る。

3) 実験後の椎間板水平断面に於ける変化
7例(椎体延数94, 椎間軟骨延数51)に就て2~3
個連続椎体として行つた圧縮実験では、椎間軟骨は損
傷を受け難く、外見上如何なる場合でも椎体に破壊が
先行した。実験後椎間板水平断面を検した所、やはり
椎体の破壊に依つて二次的に椎間板損傷を惹起したと
思われる例以外は多数の例に於ては損傷を認めなかつ
た。51個中10個に椎体の損傷とは別個に以下第13表及
第17図に示す如き所見を認めた。
第13表 No. 9, No. 10は椎間軟骨ヘルニアを認めた
が実験前からあつたものと思われるから除外する。結
局8個(15.5%)のみとなつた。表の所見を要約する

第 17 図



(v) 第 5 例の組織学的所見は第三編で述べるが、肉眼的破壊を認めないものに比し、繊維の断裂、退行性変化が高度であつた。

なお実験後の椎間板水平断面に於て軟骨板のみに亀裂を認めたものが 8 個あつた。かゝる軟骨板の亀裂の存在は生体に於ては Schmorl の軟骨結節形成の可能性を想像せしめる。

圧縮実験後椎間軟骨の水平断面を見ても、そこに見られる破壊状態と荷重速度との間に關係がなかつた。即ち松村式圧縮試験機で調節可能の範囲内での荷重速度の差を以てしては、椎間軟骨の破壊に關して差違を認める事は出来なかつた。

結 語

1. 松村式万能試験機及び補助材料としては名倉氏の M. C. M. 法を応用して新鮮死体 10 体に就て椎体及び椎間軟骨の圧縮実験を行つた。

2. 圧縮破壊荷重量は同一脊柱に於ては頸椎及び胸椎が最小にして脊柱下部に進むに従つて、荷重量は増大し、腰椎下部が最大である。最小値は第 3, 4 頸椎

の 100kg、最大値は第 5 腰椎の 780kg であつた。茲に注意すべきは胸椎上部は特に荷重量が小にして、脊柱全体の最小値を取る事がある。

3. 同一高位の椎体の荷重量は各個体により著しい差がある。例えば第 5 腰椎では第 2 例は 780kg、第 1 例は 500kg で其の差は実に 280kg である。

4. 椎体の単位面積破壊荷重量は頸椎上部最大にして、胸椎、腰椎と脊柱下部に進むに従つて減少する傾向が見られる。

5. 単一椎体の破壊荷重量は連続椎体の場合より大である、2 個連続椎体と 3 個連続椎体とでは破壊荷重量に大差がない。

6. 椎間軟骨の圧縮破壊荷重量は椎体のそれより遙かに大で胸椎下部で少くとも 1000kg 以上あつたが正確なる数値は得られなかつた。

7. 松村式試験機を用いて可能な荷重速度の増減を以てしては、その差が少い為に破壊荷重量に差違を認めなかつた。

8. 単一椎体を圧縮すると椎体上部で破壊が起る場合が多く、椎間軟骨を以て連結せる場合には (連続椎体)、椎間軟骨は側方に膨隆するが、外見上には剝離、断裂等は認められずして、椎体に破壊が起る。この際脊椎前彎部乃至後彎部に於ては、椎間軟骨腹側部に皺襞を生じ、後部側間板は膨隆するに至る。この事実の説明には、① 前彎乃至後彎。② 繊維輪解剖学的構造。③ 運動性。④ 荷重の四要素の重要な事を述べ、且つその事実は椎間軟骨ヘルニアの発生機転に対する理論を裏附ける一方、臨牀的に脊椎前彎部及び後彎部の椎間軟骨ヘルニア発生に対する意義を幾分とも解明し得たものと思う。

9. 後部脊椎を切除した連続椎体では圧縮荷重により椎間軟骨に近い椎体の部分で横走する脱臼骨折を起し、しからざる連続椎体ではかゝる変化は絶体に見られなかつた。従つて後部脊椎が脱臼骨折を防止する働きを有している事は明かである。

10. 3 個連続椎体を圧縮すると中央の椎体に破壊が起る場合が多い。

11. 実験後の視察では椎体の骨折線は椎体の上部に大多數が認められる。単一椎体に於ては椎体面の骨折線は見られないが、連続椎体では、上面、下面の中央部に多く骨折線を認めた。骨折線の模様は、横骨折、矢状線骨折、放射状骨折等である。

12. 破壊荷重量に達しても X 線像に於ては骨折線を

認め得ないものが多い。これは戻らぬ圧縮歪が小であるからであつて所謂骨梁骨折と言つてよい。

13. レ線像で所見を認めたものに就て骨折状態を6型に分けて説明した。骨折線の大多数は椎体の上半分にあり、大体横走するものが多い。

14. 圧縮実験の際には外見上如何なる場合でも、椎間軟骨には破壊が認められないが、実験後の水平横断では椎体面の骨折による2次的損傷が見られる外は、たゞ51個中8個(15.7%)に椎体の破壊とは別個に椎

間軟骨損傷を認めた。

15. この所見では繊維輪が髓核より稍損傷を受け易く、縦靱帯は損傷を受けなかつた。繊維輪の損傷部位は剝離は前部、後部に同じ程度で見られ、断裂は後部に多い傾向を示した。そして繊維輪後部に断裂を来す場合は、常に正中線をはずれ右左いずれかに偏して起る事を知つた。組織学的所見を検した例では肉眼的破壊を認めないものに比し、繊維の断裂、退行性変化が高度であつた。

本誌次号第22巻第3号予告

原 著

RHO FACTOR IN JAPANESE. ITS RELATION TO
TRANSFUSION REACTIONS. IKUZO YOKOYAMA

THE SPECIFIC ANTIBODIES APPEARING IN
THE CEREBROSPINAL FLUID IN SOME
EXPERIMENTAL MENINGITIDES HIROSHI SUMI

膿清蛋白質に關する研究 川 北 清 明

静脈内脂肪輸入に關する組織学的研究(II) 麻 田 栄

頭部外傷種々の観点よりの統計的觀察 岡 崎 忠 夫

腱紡錘体の研究特に筋腱移行部の腱紡錘体に就て 桐 田 良 人

筋緊張度の末梢神経に及ぼす影響(I) 吉 川 栄 一

症 例 報 告

後部縦隔に発生した肉芽腫の剔出治験例 麻 田 栄

外傷性膀胱破裂の治験例 袴 田 文 治

頭蓋骨欠損に対し同種骨移植を行つた一例 菱 和 田 卓 朗

肩胛骨に発生した弧在性外骨腫の一例 相 馬 秀 臣